

5

10 Kraftstoffeinspritzventil

## Stand der Technik

15 Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine aus, wie es der Gattung des Patentanspruchs 1 entspricht. Solche Kraftstoffeinspritzventile sind beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 100 24 703 A1 bekannt. Derartige Kraftstoffeinspritzventile weisen ein Gehäuse auf, in dem ein bewegliches Ventilglied angeordnet ist, das durch seine Bewegung entgegen der elastischen Kraft eines Federelements die Kraftstoffzufuhr zum Brennraum der Brennkraftmaschine steuert. Das Ventilglied weist häufig die Form einer Ventilnadel auf, die eine Längsachse aufweist und deren Bewegung in Richtung der Längsachse erfolgt. Das 20 Federelement ist als Schraubendruckfeder ausgebildet, die koaxial zum Ventilglied im Gehäuse angeordnet ist. Die bekannte Schraubendruckfeder weist hierbei jedoch den Nachteil auf, dass sie, um die notwendige Steifigkeit zu erzeugen, mit relativ starkem Draht gewickelt werden muss und damit 25 relativ viel Bauraum einnimmt. Dies setzt der weiteren Verschlankeung der Kraftstoffeinspritzventile eine Grenze, die aufgrund des dort herrschenden hohen Kraftstoffdrucks nicht unterschritten werden kann. 30

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kenn-  
zeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegen-  
über den Vorteil auf, dass das hier verwendete Federelement  
in Form einer zylindrischen Hülse bei gleicher Steifigkeit  
weniger Bauraum benötigt als eine entsprechende Schrauben-  
druckfeder, so dass der Außendurchmesser des Kraftstoffein-  
spritzventils entsprechend verkleinert werden kann. Die zy-  
lindrische Hülse des Federelements weist an ihrer Wand an  
mehreren Stellen Durchbrüche auf, die die zylindrische Hülse  
in Längsrichtung elastisch verformbar machen.

Durch die Unteransprüche sind vorteilhafte Ausgestaltungen  
des Gegenstandes der Erfindung möglich. Durch den Verlauf  
der Durchbrüche, die im wesentlichen in einer Radialebene  
der zylindrischen Hülse verlaufen, erreicht man in einfacher  
Art und Weise eine gute Längselastizität der zylindrischen  
Hülse. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn zwei  
gleichartige Durchbrüche in einer Radialebene liegen, die  
durch Verbindungsstege voneinander getrennt sind. Über die  
Dicke dieser Verbindungsstege kann sehr einfach die Elasti-  
zität der zylindrischen Hülse eingestellt werden. Bei Aus-  
bildung von zwei Durchbrüchen in einer Radialebene ist es  
besonders vorteilhaft, wenn die Durchbrüche der unmittelbar  
benachbarten Radialebenen gegeneinander um 90° gedreht ange-  
ordnet sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die  
Durchbrüche schlitzförmig ausgebildet. Um die Kerbspannungen  
an den Enden der schlitzförmigen Durchbrüche gering zu hal-  
ten, ist es besonders vorteilhaft, die Enden gerundet auszu-  
bilden. Bei dieser Ausgestaltung hat es sich auch als beson-  
ders vorteilhaft erwiesen, dass die Durchbrüche, die auf-  
grund ihrer schlitzartigen Form eine Längsachse aufweisen,  
bezüglich dieser Längsachse in der Mitte tailliert ausgebil-

det sind. Die zylindrische Hülse erhält so die gewünschte Längselastizität, ohne dass an den Enden der Durchbrüche die Kerbspannungen so hoch werden und es zu einer plastischen Verformung des Materials der zylindrischen Hülse kommen kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmen.

#### Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils gezeigt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil,
- Figur 2 eine perspektivisch geschnittene Ansicht des Ventilkörpers, wobei das Ventilglied der Übersichtlichkeit halber weggelassen ist,
- Figur 3 eine vergrößerte Darstellung des Federelements mit angefügter Hülse,
- Figur 4 eine Darstellung des Federelements im unbelasteten Zustand und
- Figur 5 ein blechartiges Vorprodukt, aus dem das Federelement gefertigt werden kann.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Ventilhalterkörper 3 und einen Ventilkörper 5 umfasst, die mittels einer Spannmutter 7 in axialer Richtung gegeneinander verspannt sind. Im Ventilkörper 5 ist eine Bohrung 10 ausgebildet, die eine Längsachse 14 aufweist und in der ein kolbenförmiges Ventilglied 12 längsverschiebbar angeordnet ist. Die Bohrung

10 erweitert sich an ihrem brennraumabgewandten Ende zu einem Innenraum 9, in den ein im Ventilhaltekörper 3 ausgebildeter Zulaufkanal 21 mündet. Das Ventilglied 12 wird in einem mittleren Bohrungsabschnitt 110 in der Bohrung 10 geführt und zwischen dem Ventilglied 12 und der Wand der Bohrung 10 ist ein ringkanalförmiger Druckraum 18 ausgebildet, der über den Zulaufkanal 21 und den Innenraum 9 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Im geführten Abschnitt des Ventilgliedes 12 sind vier Anschlüsse 16 vorgesehen, die es ermöglichen, dass der Kraftstoff aus dem Innenraum 9 zwischen dem Ventilglied 12 und der Wand der Bohrung 10 in den Druckraum 18 fließen kann. Am in den Brennraum 6 der Brennkraftmaschine ragenden Ende der Bohrung 10 ist ein Ventilsitz 20 ausgebildet, der konisch geformt ist und mit einer am brennraumseitigen Ende des Ventilglieds 12 ausgebildeten Ventildichtfläche 24 in der Art zusammenwirkt, dass bei vom Ventilsitz 20 abgehobener Ventildichtfläche 24 Kraftstoff aus dem Druckraum 18 zwischen der Ventildichtfläche 24 und dem Ventilsitz 20 hindurch zu im Ventilkörper 5 ausgebildeten Einspritzöffnungen 22 fließen kann, durch die der Kraftstoff in den Brennraum 6 der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Liegt die Ventildichtfläche 24 am Ventilsitz 20 an, so wird dieser Kraftstoffstrom unterbrochen, so dass die Einspritzöffnungen 22 verschlossen sind.

Im Innenraum 9 ist eine Hülse 34, ein Federelement 30 und ein Federteller 32 angeordnet, die den brennraumabgewandten Endabschnitt des Ventilglieds 12 umgeben. Durch die brennraumabgewandte Stirnseite 13 des Ventilglieds 12, den Ventilhaltekörper 3 und die das Ventilglied 12 umgebende Hülse 34 wird ein Steuerraum 37 begrenzt, in den über eine im Ventilhaltekörper 3 ausgebildete Steuerbohrung 40 Kraftstoff unter hohem Druck geleitet werden kann. Das Federelement 30 ist zwischen der Hülse 34 und dem Federteller 32 unter Druckvorspannung angeordnet, wodurch die Hülse 34 und der Federteller 32 auseinandergedrückt werden. Da sich der Fe-

derteller 32 am Ventilglied abstützt, wird dadurch das Ventilglied 12 gegen den Ventilsitz 20 gedrückt.

Die Längsbewegung des Ventilglieds 12 wird durch den hydraulischen Druck im Druckraum 18 und den Druck im Steuerraum 37 gesteuert. Im Druckraum 18 herrscht bei Betrieb der Brennkraftmaschine ein durchgehend hoher Kraftstoffdruck, durch den sich eine hydraulische Kraft auf eine Druckschulter 17 ergibt, die am Übergang des brennraumzugewandten Abschnitts des Ventilglieds 12 zum geführten Abschnitt im Bereich der Anschliffe 16 ausgebildet ist. Dadurch ergibt sich eine Öffnungskraft auf das Ventilglied 12, die vom Ventilsitz 20 weg gerichtet ist. Dieser Öffnungskraft entgegengesetzt ist die Kraft des vorgespannten Federelements 30 und die hydraulische Schließkraft, die sich durch den Druck im Druckraum 37 auf die Stirnseite 13 des Ventilglieds 12 ergibt. Herrscht im Druckraum 37 ein hoher Kraftstoffdruck, so wird das Ventilglied 12 in seiner Schließstellung gehalten, da die hydraulisch wirksame Fläche der Druckschulter 17 deutlich kleiner ist als die der Stirnfläche 13 des Ventilglieds 12. Wird der Steuerraum 37 über die Steuerbohrung 40 entlastet, so bewegt die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 17 das Ventilglied 12 entgegen der Kraft des Federelements 30 vom Ventilsitz 20 weg, so dass Kraftstoff durch die Einspritzöffnungen 22 in der oben beschriebenen Art und Weise in den Brennraum 6 der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Da im Druckraum 18 und im Steuerraum 37 Drücke von mehr als 100 MPa herrschen können, spielt die Kraft des Federelements 30 bei der Öffnungshubbewegung des Ventilglieds 12 nur eine untergeordnete Rolle. Das Federelement 30 dient hauptsächlich dazu, das Ventilglied 12 bei abgeschalteter Brennkraftmaschine und damit bei fehlendem Kraftstoffdruck im Druckraum 18 und im Steuerraum 37 in Schließstellung zu halten.

In Figur 2 ist eine geschnittene perspektivische Darstellung des Ventilkörpers 5 im Bereich des Federelements 30 darge-

stellt. Das Ventilglied 12 ist hier der Übersichtlichkeit halber weggelassen worden. Die Hülse 34 ist einstückig mit dem Federelement 30 ausgebildet, so dass die Anlagefläche zwischen diesen beiden Teilen entfällt. Figur 3 zeigt eine vergrößerte Darstellung des Federelements 30 zusammen mit der Hülse 34 und einem Ringelement 42, das sich am gegenüberliegenden Ende zur Hülse 34 an das elastische Element 30 anschließt und über das sich das Federelement 30 direkt am Ventilglied 12 abstützt. Das Ringelement 42 kann hierbei ebenfalls einstückig mit dem Federelement 30 ausgebildet sein oder als separates Bauteil mit dem Federelement 30 verbunden werden, etwa durch Schweißen oder Löten. Das Federelement 30 ist als zylindrische Hülse ausgebildet, die an ihrer Wand mehrere Durchbrüche 45 aufweist, wodurch das Federelement 30 in Längsrichtung elastisch verformbar wird. Der genaue Aufbau des als zylindrische Hülse ausgebildeten Federelements 30 ist in Figur 4 dargestellt, wobei das Federelement 30 hier in unbelastetem Zustand gezeigt ist und in diesem Fall als separates Bauteil ohne die Hülse 34 und das Ringelement 42 gefertigt ist. Die Durchbrüche 45 des Federelements 30 sind schlitzförmig ausgebildet und weisen eine Längsachse 52 auf, die bezüglich der Längsachse 14 des Federelements 30 in einer Radialebene verläuft. Die Enden 47 der schlitzförmigen Durchbrüche 45 sind gerundet, um die Kerbspannungen an dieser Stelle beim Zusammenpressen des Federelements 30 zu vermindern. Um die Steifigkeit des Federelements 30 über die gesamte Lebensdauer zu erhalten, ist in jedem Fall zu verhindern, dass an den Enden 47 der Durchbrüche 45 eine plastische Verformung des Materials auftritt. Andernfalls würde sich das Federelement 30 irreversibel verformen, was die Steifigkeit ändern würde.

In einer Radialebene des Federelements 30 sind jeweils zwei schlitzförmige Durchbrüche 45 angeordnet, die durch einen Verbindungssteg 48 und einen diesem gegenüberliegenden zweiten Verbindungssteg 48' voneinander getrennt sind. Die in

der benachbarten Radialebene liegenden Durchbrüche 45 sind gleich ausgestaltet, jedoch sind sie bezüglich der Längsachse 14 um  $90^\circ$  gedreht. Hierdurch ergeben sich zwischen den Verbindungsstegen 48 zweier aneinandergrenzender Radialebenen Kantilever 49, deren Durchbiegung bei Belastung des Federelements 30 dessen elastische Verformbarkeit bewirkt. Über die Dicke der Kantilever 49 und über deren Länge, die sich aus der Breite der Verbindungsstege 48 ergibt, lässt sich die Elastizität und damit die Federkonstante des Federelements 30 einstellen. Bevorzugte Abmessungen des Federelements 30 sind ein Außendurchmesser D von 4,0 mm bis 4,5 mm und eine Wandstärke S von 0,4 mm bis 0,5 mm. Die Breite der Verbindungsstege 48 ist etwa 0,8 mm und der Rundungsradius an den Enden 47 der Durchbrüche 45 etwa 0,4 mm bis 0,5 mm. Die Gesamthöhe H des Federelements 30 beträgt etwa 10 mm. Mit diesen Abmessungen erreicht man eine Federkonstante des Federelements 30 von etwa 30 N/mm. Der dafür benötigte Außendurchmesser des Federelements 30 ist deutlich geringer als der einer Schraubendruckfeder mit vergleichbarer Federkonstante.

Das hier gezeigte Federelement 30 besteht aus zwei Halbzylindern, die an Schweißnähten 50 miteinander verbunden sind. Die Herstellung des Federelements 30 erfolgt beispielsweise dadurch, dass zwei Halbzylinder separat hergestellt werden, die dann an Schweißnähten 50 miteinander verbunden werden. Figur 5 zeigt einen Zwischenschritt eines der Halbzylinder, nämlich eine Federelementhälfte 130, die ein rechteckiges, ebenes Blech aus einem geeigneten Stahl darstellt. In die Federelementhälfte 130 werden Durchbrüche 45 beispielsweise durch Stanzen eingebracht. Die Federelementhälfte 130 wird anschließend gebogen, so dass die Seitenflächen 54 mit jeweils einer korrespondierenden Seitenfläche 54 einer zweiten Federelementhälfte 130 verbunden werden können, vorzugsweise durch Schweißen.

Soll das Federelement 30 aus einem Stück, beispielsweise durch Tiefziehen, hergestellt werden, so entfallen die Schweißnähte 50. Die Durchbrüche 45 können in diesem Fall nicht durch Stanzen eingebracht werden, sondern beispielsweise mit Hilfe eines Lasers. Welches Herstellungsverfahren im einzelnen sinnvoll ist, hängt von der zu erwartenden mechanischen Belastung des Federelements 30 ab.

Neben der Beaufschlagung eines Ventilglieds 12 durch das Federelement 30 kann das erfindungsgemäße Federelement 30 auch an anderer Stelle in einem Kraftstoffeinspritzventil eingesetzt werden, wo der entsprechende Bauraum knapp ist und das Federelement eine möglichst geringe Ausdehnung aufweisen soll. Mögliche weitere Anwendungsbeispiele sind Magnetventile in Kraftstoffeinspritzventilen.



5

## Ansprüche

- 10 1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit ei-  
nem Gehäuse (1), in dem ein Ventilglied (12) beweglich  
angeordnet ist und durch seine Bewegung entgegen der e-  
lastischen Kraft eines Federelements (30) die Kraftstoff-  
zufuhr zum Brennraum (6) der Brennkraftmaschine steuert,  
15 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (30) eine  
zylindrische Hülse mit einer Längsachse (14) ist, wobei  
die Wand der Hülse an mehreren Stellen voneinander ge-  
trennte Durchbrüche (45) aufweist, so dass das Federele-  
ment (30) elastisch in Richtung der Längsachse (14) ver-  
20 formbar ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Durchbrüche (45) in der Wand des  
Federelements (30) im wesentlichen in einer Radialebene  
der Längsachse (14) des Federelements (30) verlaufen.
- 25 3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass zwei gleichartige Durchbrüche (45) in  
einer Radialebene des Federelements (30) liegen, wobei  
die Durchbrüche (45) durch Verbindungsstege (48) vonein-  
ander getrennt sind.
- 30 4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass in wenigstens zwei Radialebenen Durch-  
brüche (45) angeordnet sind, wobei die Durchbrüche der  
einen Radialebene gegenüber denen der benachbarten Radi-  
alebene um 90° gedreht angeordnet sind.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (45) schlitzförmig ausgebildet sind.
- 5 6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Enden (47) der Durchbrüche (45) gerundet sind.
- 10 7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrüche (45) eine Längsachse (52) aufweisen, bezüglich derer sie symmetrisch sind und dass die Durchbrüche (45) die Form eines Längsschlitzes aufweisen, welcher Längsschlitz bezüglich seiner Längsachse (52) in der Mitte tailliert ist.
- 15 8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (30) elastisch vorgespannt im Gehäuse (1) angeordnet ist.

5

Kraftstoffeinspritzventil

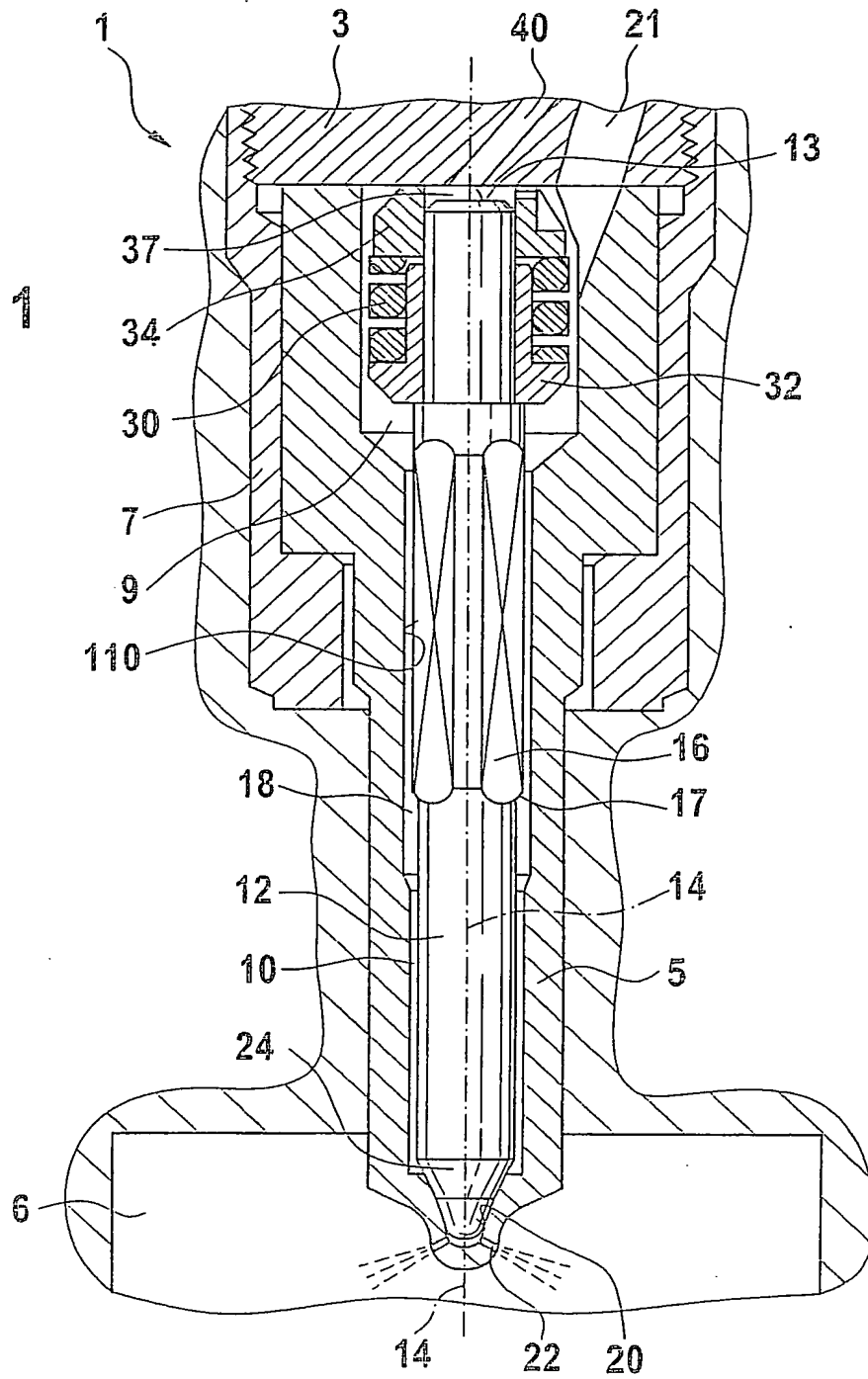
10 Zusammenfassung

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem ein Ventilglied (12) beweglich angeordnet ist und durch seine Bewegung entgegen der elastischen Kraft eines Federelements (30) die Kraftstoffzufuhr zum Brennraum (6) der Brennkraftmaschine steuert. Das Federelement (30) weist die Form einer zylindrischen Hülse auf, an deren Wand an mehreren Stellen Durchbrüche (45) ausgebildet sind, so dass das Federelement (30) elastisch längsverformbar ist (Fig. 2).

15

20

Fig. 1



2/3

Fig. 2

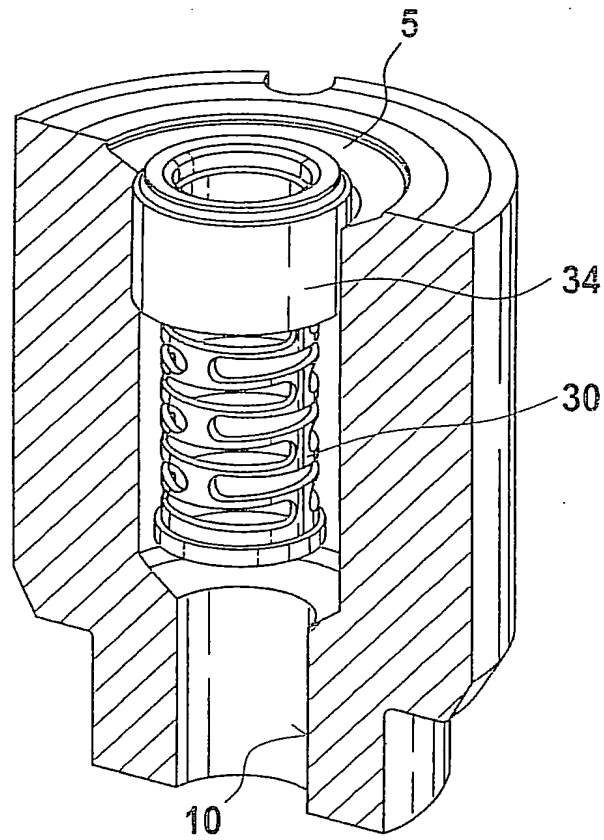


Fig. 3

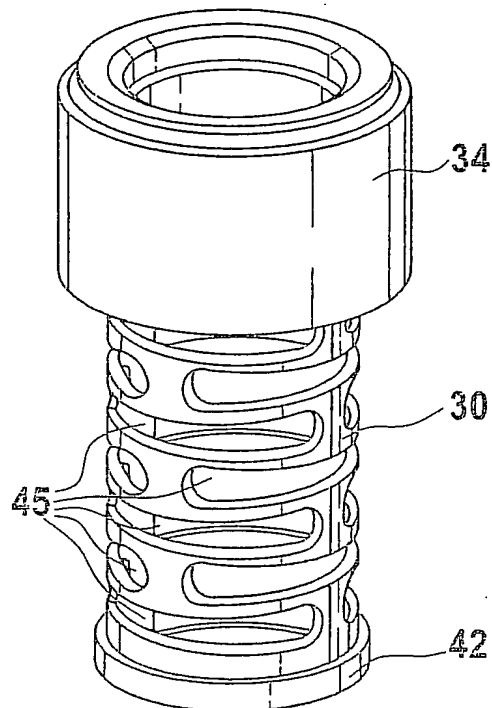


Fig. 4

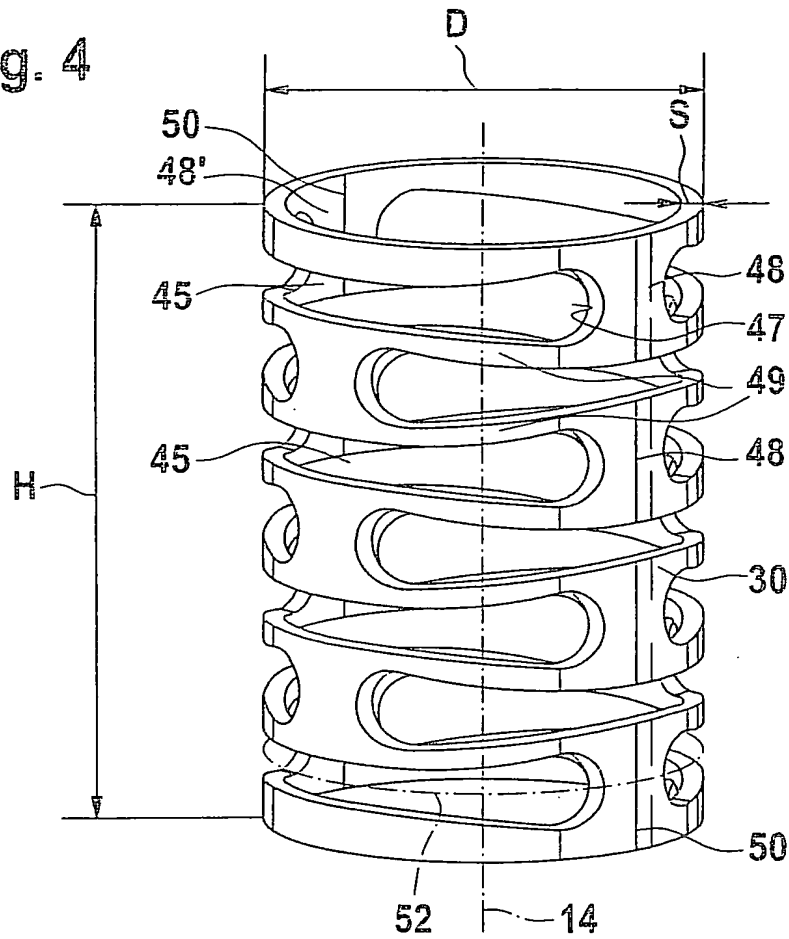


Fig. 5

